

# 第一章 总论

## 第一节 科学与技术

### 一 科学与医学科学

“科学”一词源于中世纪拉丁文“scientia”。英文“science”、法文“scientia”、德文“wissenschaft”均是由此衍生而来的，其本义是“学问”、“知识”的意思。中国使用“科学”一词较晚，但早在春秋战国时期就用“格物致知”表述实践出真知的概念。“格物”即以“物”为本，强调“实践”的重要性。“致知”即通过实践获得知识。

18、19世纪，随着科学事业与高等教育事业的发展，科学一词已在欧洲各国广泛使用。

东方各国使用“科学”这个名词较早的是日本。明治维新时期，日本著名科学启蒙大师、教育家福泽瑜吉把“science”译为科学，在日本广泛应用。

1893年，康有为在翻译介绍日本的书目时首先使用了“科学”一词。1896年前后，著名科学理论翻译家严复在翻译《天演论》、《原富》这两部科学著作时，也把“science”译成科学。此后，“科学”一词在中国得到了广泛应用。

#### （一）科学的概念与含义

什么是科学？科学和文化一样，是一个难以界定的名词。由于科学在不同的时期和不同的场合有着不同的含义，因而到目前为止，还没有任何一个人能给科学下一个举世公认的定义。也正是由于科学是一个不断发展的概念，因而给科学下一个一成不变的定义是难以做到的。科学学创始人贝尔纳曾说过：“科学史的研究就已明白指出，科学不是一个能用定义一劳永逸地固定下来的单一实体。科学是一种有待研究和叙述的程序，是一种人类活动，而联系到所有其他种种人类活动，并且不断地和他们相互作用着。”

那么，我们如何来理解科学的含义呢？

早在远古时代，人们对科学有了一定的认识。12世纪初期，有人为了把科学与神学区分开来，就认为科学是以物质为基础的知识的一部分，从而提出了科学是一种知识的思想。

随着认识的不断深入，人们认识到科学已不单是一种知识，而且还是一种认识活动，一种认识客观世界事实和规律的方法手段。早在19世纪30年代，进化论创始人、生物学家达尔文用了五年（1831—1836）时间，遍游四大洲三大洋后，对收集的大量事实进行分类比较研究，1859年发表了《物种起源》巨著。1888年，他以其亲身感受，在《达尔文的生活信件》中提出：“科学就是整理事实，以便从中得出普遍的规律或结论。”爱因斯坦也认为：“对于科学，就我们的目的来说，不妨把它定义为寻求我们感觉经验之间规律性关系的有条理的思想。”

20世纪初，人们对科学的认识得到了进一步深化。随着数学、物理、化学、天文、地理、生物等基础学科和电力、机械、建筑、钢铁、医药等工程科学以及管理科学的迅速发展和日益成熟，人们认为科学已不只是事实或规律的知识单元了，而是由这些知识单元组成学科，学科又组成学科群，形成了一个多层次多门

类交织组成的反映客观事实和规律的知识体系。

20世纪40年代后，人们的“科学”概念发生了巨大变化，认为只是反映客观事实和规律的知识体系已经不够了。尤其是自第二次世界大战期间的曼哈顿原子弹研制计划、60年代的阿波罗登月计划和我国的两弹一星计划以来，科学活动已进入国家规模。

20世纪80年代以来，科学活动又跨入了国际合作时代。人们已把科学称为“大科学”，这种大科学已成为一项国家事业，甚至成为一项国际事业。如人类基因组图谱的绘制、大气污染酸雨的防治、臭氧层的破坏和温室效应形成的阻止等，均已超出了国界。为此，越来越多的科学家认为：科学事业既是一项国家事业，也是一项国际事业；科学技术已成为推动人类社会进步和经济发展的历史巨轮与先导。

沿着历史的轨迹不难看出，人们对科学的理解在不断地深化，科学的含义也在不断地发展。故此，我们一般可以从以下五个方面加深对科学的认识和理解：

(1) 科学是人们对外观世界的认识，是反映客观事实和规律的知识，是人类在社会实践的基础上不断形成和发展着的关于自然、社会和思维的知识体系。

(2) 科学的主要功能是认识客观世界，科学作为一种认识活动并通过这种活动所取得的知识成果，帮助我们加深对客观世界的认识，变不知为知之，变知之甚少为知之甚多，从而改变人们的愚昧无知和盲目落后状态，因而科学是人类用以考察世界和认识世界的一种特殊工具和手段。

(3) 科学作为一种认识活动已步入有组织的时代，因而已成为人类社会活动的一种特殊形式或一定形式的社会劳动分工。

(4) 进入大科学时代以来，科学已成为一项国家事业甚至国际事业。

(5) 科学作为社会发展和人类进步的实践力量，是一种知识形态的生产力。

## (二) 科学的分类

按照现代科学知识体系结构，一般从宏观上将科学分为自然科学、社会科学和综合交叉科学。以自然界为其研究对象的科学称为自然科学，它是建筑在生产力的基础上；以社会为其研究对象的科学称为社会科学，它是建筑在生产关系的基础上；既具有自然科学某些属性又具有社会科学某些属性的科学则称为综合科学，综合科学亦称交叉科学，它是一组新兴学科群，如科学学、管理科学、领导科学、系统科学、环境科学、人体科学、体育科学、城市科学、能源科学、材料科学、预测科学、技术经济学等等，而哲学则是三者的概括和总结。

## (三) 科学的层次结构

从层次上，一般又将科学分为基础科学、技术科学（应用科学）和生产科学（工程科学）三个层次。基础科学的研究对象是各种物质形态与运动形式，其目的在于探索各种物质运动形成的规律，其研究成果是整个科学技术的理论基础；技术科学亦称应用科学，它是基础科学为指导着重研究应用的基础理论和原理、方法；生产科学亦称工程科学，它主要是研究各种产品、项目、设施等的设计、施工及工艺技术的理论知识。技术科学是指导生产技术的直接理论基础，同时也是联系基础科学和生产科学之间的桥梁。

## (四) 医学的概念

医学科学（人类医学）是关于人体及其疾病的科学，它是认识健康与疾病相互转化的规律（基础医学）、防止发生健康向疾病转化（预防医学）、促进实现疾病向健康转化（临床医学）、恢复健康所应有的功能（康复医学）的知识体系。

## (五) 医学的体系结构

在现代科学知识体系结构中，严格来讲，医学科学属于综合性科学，它既有自然科学的某些属性，又有

社会科学的某些属性 其医学模式为 生物—社会—心理。从层次上讲，医学科学属于技术科学或应用科学，它的任务是揭示人体生命本质和疾病的机制，认识健康和疾病相互转化的规律，并以此规律创造防病治病的医疗卫生技术和恢复人体健康的方法。

## （六）医学的学科分类

按照 1992 年 11 月 1 日发布、1993 年 7 月 1 日实施的中华人民共和国国家标准《学科分类与代码》医学分为 6 个一级学科，即基础医学、临床医学、预防医学与卫生学、军事医学与特种医学、药学、中医学与中药学。

基础医学分为 17 个二级学科，即医学生物化学、人体解剖学、医学细胞生物学、人体生理学、人体组织胚胎学、医学遗传学、放射医学、人体免疫学、医学寄生虫学、医学微生物学（包括医学病毒学）、病理学、药理学、医学实验动物学、医学心理学、医学统计学、生物医学工程学、基础医学其他学科。

临床医学分为 20 个二级学科，即临床诊断学、保健医学、理疗学、麻醉学、内科学、外科学、妇产科学、儿科学、眼科学、耳鼻咽喉科学、口腔医学、皮肤病学、性医学、神经病学、精神病学（包括精神卫生及行为医学）、急诊医学、核医学、肿瘤学、护理学、临床医学其他学科。

预防医学与卫生学分为 25 个二级学科，即营养学、毒理学、消毒学、流行病学、传染病学、媒介生物控制学、环境医学、职业病学、地方病学、社会医学、卫生检验学、食品卫生学、儿少卫生学、妇幼卫生学、环境卫生学、劳动卫生学、放射卫生学、卫生工程学、卫生经济学、卫生统计学、计划生育学、优生学、健康教育学、卫生管理学、预防医学与卫生学其他学科。

军事医学与特种医学分为 3 个二级学科，即军事医学、特种医学、军事医学与特种医学其他学科。

药学分为 10 个二级学科，即药物化学、生物药物学、微生物药物学、放射性药物学、药剂学、药效学、医药工程学、药物管理学、药物统计学、药学其他学科。

中医学与中药学分为 5 个二级学科，即中医学、民族医学、中西医结合医学、中药学、中医学与中药学其他学科。

## 技术与医药卫生技术

“技术”一词源于希腊文“*techne*”与“*logos*”的组合，原意是指个人的技能、技艺。与科学相比，技术的历史要长得多，可以说与人类起源的历史一样悠久。人类制造第一把石刀就是技术的萌芽。从人类早期起，技术与宇宙、自然和社会环境一起，构成了生活的四个环境因素，并且在很大程度上改变着几千年的社会面貌。

### （一）技术的概念

什么是技术？技术与科学一样，作为人类改造自然能力的标志，是一个古老的、发展着的概念。在手工业时代，技术常与“工”和“匠”联系在一起，因为他们可以凭借个人的技巧和实际操作经验制造出某种物品。直到欧洲文艺复兴时代，人们还是把技术主要理解为经验、技巧和技能。

随着生产的发展，特别是工业革命的兴起、大机器生产时代的到来，劳动手段发生了革命，过去需要靠长期积累经验而形成的技能、技巧才能做到的事，现在利用工具和机器很容易就可以做到了。由此，人们自然而然地又把技术活动的物质手段看作是技术的主要标志。

18 世纪末，法国科学家狄德罗在他主编的《百科全书》中提出“技术是为某一目的共同协作组成的各种工具和规则体系”。还有一些哲学家认为，技术是人类按照自己的愿望来利用自然界的技能、本领、手段和知识的总和。后来，一些人更倾向于从技术和生产的关系来理解，把技术看作是劳动手段的总和。

进入 20 世纪以来，随着现代科学技术的迅速发展，人们对技术的认识又进一步加深了。如果说在古

代人们把技术看作是个人的技能、技巧和技艺，在近代人们侧重于把技术看作是物质手段的话，而在现代，技术则是对科学的应用。因而，越来越多的人认为，技术既是生产实践经验的产物，又是科学物化的结果；既包括技能、技艺和技巧，又包括技术活动中的各种物质手段；既包括工具、机器、设备、装置等硬件，又包括操作方法、作业程序和规则等软件。因而可以把技术定义为：人类为了能动地改造自然、适应社会生产和社会生活需要而使用的各种物质手段、工艺技巧、劳动经验和作业方法的总和。

我国辞书上也把技术定义为：①泛指根据生产实践经验和自然科学原理而发展成的各种工艺操作方法与技能。除操作技能外，广义地讲，还包括相应的生产工具和其他物资设备以及生产的工艺过程或作业程序、方法。

## （二）技术的表现形态

技术作为一种方法体系，在表现形态上可以划分为物质形态、信息形态、精神形态三种形式。物质形态的技术主要是指技术设备、生产线、生产工具等，信息形态的技术主要是指技术资料、情报资讯等，精神形态的技术主要是指技术能力、发明创造能力、技术革新与开发能力等。三种形态的技术是相辅相成的。

## （三）技术的分类

按功能，技术可以划分为生产性技术和非生产性技术。生产性技术主要是以创造经济效益为主的技术，非生产性技术主要是以创造社会效益为主的技术。

按权益归属，技术又可以划分为专利技术和非专利技术、专有技术和非专有技术。专利技术、专有技术主要为权利人或发明创造人所有、所使用，或被许可使用人、受让人所使用；非专利技术、非专有技术为社会所公有的技术，任何人均可无偿使用。

按层次，技术也可以划分为高新技术、传统技术和实用技术。高新技术是指以最新科学技术为基础，科学技术知识高度密集，对社会生产和社会发展具有重大影响的，具有高创新性、高智力性、高效益性、高风险性、高时效性、高战略性的科学技术群；传统技术主要是指那些经典的、传统的、固有的、经久不衰的技术；实用技术主要是指那些非常实用的短、平、快技术。

按行业，技术则可以划分为工业技术、农业技术、医药卫生技术、航天技术、通讯技术、教育技术等。

## （四）医药卫生技术

医药卫生技术包括医疗卫生技术和医药开发生产技术。前者的功能主要是探讨疾病发病规律和机制，寻求防病治病、促进康复、救死扶伤与治病救人的方法，它既来自于医疗卫生实践，又是医学科学物化的结果。它包括：服务于基础理论并应用基础理论研究的实验技术；服务于群体，干预疾病发生和流行的预防技术；服务于临床，明确疾病诊断、促进疾病痊愈和康复的诊断技术、治疗技术、康复技术。后者的功能主要是药品、生物制品、医疗器械、保健康复用品、药用敷料等的研制、开发和生产，并为前者服务和提供支撑条件。

## 三 科学与技术的区别

科学与技术是辩证的统一体，科学中有技术，技术中也有科学。对于科学来说，技术是科学的延伸；对于技术来说，科学是技术的升华。因而，人们通常以“科技”两字将二者缩略为一词，用于称谓科技事业、科技工作、科技成果、科技人员等。然而，科学与技术毕竟各有自己的相对独立性，而这种独立性又都不是孤立的，所以两者之间既有区别又有联系。

科学与技术是不可分割的，但又是有所区别的，其区别主要表现在以下八个方面：

（1）在任务上，科学主要是认识客观世界，技术主要是改造客观世界。

(2) 在性质上,科学是发现,是创造知识的研究;技术是发明,是综合利用知识于需要的研究。

(3) 在要解决的问题上,科学是提供可能,主要是解决“是什么”、“为什么”的问题,而技术是使可能变为现实,主要解决“做什么”、“怎么做”的问题。

(4) 在成果表现形式上,科学多表现为新规律、新原理、新特性、新现象的发现,一般以学术论文、学术专著的形式发表,具有“国际公共财产”的性质,可以免费使用;技术多表现为新产品、新工艺、新设备、新方法的发明或改进,一般以专利、诀窍、软件、实物等作为成果形式,是商品交换的对象,具有“企业私有财产”的性质。

(5) 在向生产力的转化上,科学是潜在的生产力,技术是现实的生产力。

(6) 在劳动特点上,科学活动的自由度相对大些,个体性强些,科学成果上的个人标签多些;技术活动的自由度相对小些,集体性强些,技术成果上的个人标签少些。

(7) 在发展进程上,科学革命与技术革命在时间上不一定是同步的。历史上的科学革命与技术革命即不同步。

(8) 在发展水平上,科学水平与技术水平有着密切的联系,但它们不一定成正比。科学水平高并不意味着技术水平高,技术水平高也不一定意味着科学水平高。

## 第二节 科学研究

### 一 科学研究的概念

科学研究的英文是“research”,前缀re是“再度”、“反复”的意思,search是“探索”、“寻求”的意思,合起来就是“反复探索”的意思。

联合国教科文组织和世界多数国家习惯用“R&D”(即“研究与发展”)来表示科学研究的概念。

关于科学研究的含义,各国学者对此解释甚多。英国牛津大辞典对科学研究的解释是:“研究工作是为发现事实,通过熟思与钻研而进行的查寻与探索工作”。美国学者罗斯坦认为:“科学研究工作是以扩大或修改知识为目的的批判性的透彻的探索工作”。日本计划管理专家内野晃提出:“科学研究工作就是追求真理、探索学问的行为”。美国资源委员会的解释是:“科学研究工作是科学领域中的探索和应用,包括对已经产生知识的整理、统计、图表及其数据的收集、编辑和分析研究工作”。

原国家教委科技司参照联合国教科文组织大会于1987年10月27日在巴黎通过的《关于科技统计国际标准化建议方案》有关内容,对研究与发展作了以下解释:“是指为了增进知识,包括关于人类、文化和社会的知识,以及利用这些知识去发明新的应用而进行的系统的创造性工作”。

这些工作必须具有以下基本因素:创造性的因素。创新性或革新的因素。科学方法的应用。新知识的产生或运用。

简言之,我们认为:科学研究是人们能动地探索未知,创造、生产和发展知识的认识活动与行为。而医学科学研究则是人们能动地探索人体生命本质和疾病现象,揭示健康与疾病相互转化的规律,寻求防病治病和恢复健康的方法的认识活动与行为。

### 二 科学研究的实质

科学研究的实质就是探索未知、创造知识和发展知识,属于知识生产范畴。在知识的长河中,科学研究是创造知识的“源泉”(图1-1)。

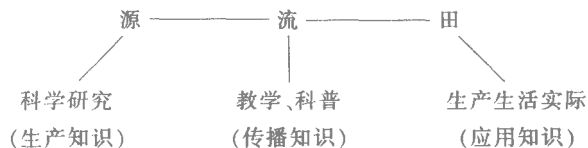


图 1-1 科学研究的关系

科学研究的实质内容应由两部分组成，一是创造知识，二是整理知识。前者是创新、发现、发明，是探索未知的问题；后者是对已经产生的知识进行分析整理、鉴别和运用，是知识的规范化、系统化，是知识的继承、借鉴问题。因此，科学研究实质上是一个继承与创新的过程，是从自然现象的发现到技术的发明的过程，从原理到产品的过程，从基础理论研究到应用研究、发展研究的过程。

### 三 科学研究的特征

科学研究这种复杂的知识生产活动，与工业企业的普通物质生产活动是不相同的，科学研究有其自己的特征：

(1) 科学研究所生产出来的产品不是一般的物质产品，而是知识产品，是一种以知识信息储存的方式表达出来的产品。因此，科学研究的这种知识生产特征是科学研究事业的根本特征。

(2) 科学研究是一种特殊方式的以脑力劳动为主的创造性的生产劳动，具有探索性、创新性、复杂性、继承性、积累性、连续性等特点，而其中的探索性和创新性是科学研究区别于其他劳动的本质特征，它体现了科研劳动的真正价值。

(3) 科学研究不是把物质原料加工成产品为自身目的。在人类生产劳动中，物质生产离不开物质原料。科学研究则不同，它虽然也离不开物质原料，但它不是把这些原料加工成产品作为自身目的。在科研过程中所用的物质原料只是参与科研过程，并不是科学研究所要处理的对象。科学研究所要处理的主体“原料”是以各种信息状态存在的知识，这是知识生产与物质生产的根本区别之一。

(4) 科学研究的原料主要是知识形态的信息。这种具有知识特征的科学研究的原料同一般的物质原料相比，具有以下特征：

1) 使用过程的无损性。物质原料在生产过程中，只有损耗掉自己才能被加工成新的产品，而知识原料则不同。在科研过程中，科学文献、情报资料、技术数据等知识原料不会因它们被利用加工出新的知识产品自身就被消耗掉。知识只有老化而不会损耗。

2) 使用上的无局限性。物质原料的使用受到属性的制约，知识原料则不同。一篇科学文献、一种科学理论、一套科学数据可以同时用于多种课题研究。从理论上讲，这种同时使用的性能是无限的。

3) 重复应用性。同时使用是从空间角度说的，而重复应用性则是从时间角度所呈现出来的性质。由于物质原料具有被消耗的性质，它只能被使用一次，而知识原料则不同，它不会被消耗掉，可以连续使用多次，直至老化、过时。

4) 运用的条件性。加工物质原料需要有一定的技术，否则原料的价值就得不到充分的发挥。知识原料的利用也是一样，同样要求具有一定的条件。它们的不同点在于，掌握运用知识原料要比加工物质原料的条件和能力要求高得多，困难得多。

5) 数量上的模糊性。生产一种物质产品所需要的物质原料的种类和数量可以有比较严格的计数。然而一项科研课题，所需要的知识面和知识原料的数量就很难准确定量。

总之，科学研究，不仅它的劳动对象是知识信息，而且它的成果也是知识信息。科学研究是一种知识生产，其产品当然是知识。从信息角度看，这种知识是经过加工后的信息。因此，不管研究成果以何种形式来表现，它都具有知识性质和信息性质。

### 第三节 医学科学研究的类型

关于医学科学研究的分类，国内外分法甚多，按科技活动的类型一般可分为基础研究、应用研究和  
发展研究三类；按干预措施的施加情况可分为实验性研究和非实验性研究两类。当然，还有的按照  
时序分为前瞻性研究和回顾性研究等。

#### 一 按科技活动的类型分类

##### （一）基础研究

基础研究 (fundamental research) 是指以发现自然规律和发展科学理论为目标的研究。基础研究一  
般又分为两类，一类是纯基础研究，另一类是应用基础研究。

###### 1. 纯基础研究

纯基础研究亦称基础理论研究，是指没有预定目的的纯理论研究。这类研究的主要任务是探索自然  
界的普遍本质和各种物质运动的基本规律，揭示各种自然现象之间的联系，在探索过程中发现新事实、新  
原理、新规则。

凡为获得客观世界中的各种现象和事实的基本规律的新知识，而进行的不以任何专门或具体的应用  
为目的的实验性和理论性工作，均为纯基础研究。纯基础研究的成果主要表现为某种科学发现、某种理论  
的建立和发展，其成果形式主要表现为知识形态的科学考察、实验报告、学术论文、学术专著等。这类研究  
虽然没有预先拟定的实用目标或应用目的，但却是科学技术和生产发展的重要基础，常常对广泛的科学领  
域产生影响，一旦获得重大突破，将会极大地推动科学技术和社会生产迅速发展。

医学纯基础研究的主要任务是认识生命和疾病现象，揭示生命和疾病本质，探索健康与疾病相互转化  
的规律，增加新的医学科学知识。

###### 2. 应用基础研究

应用基础研究亦称定向基础研究，是指事先赋予一定应用目的的基础研究。这类研究以纯基础研究  
理论知识为指导，针对应用技术中带有普遍性的问题进行理论探索，为解决生产技术中的某些共同性问题  
提供理论依据，它是介于基础研究和应用研究之间的桥梁。应用基础研究成果的表现形式仍然为学术论  
文、学术专著。

医学应用基础研究的主要任务是认识人体生理和病理变化，探索疾病病因、发病机制及病程转归，通  
过特定的相应的基础研究工作，为建立有效的疾病诊断、预防、治疗、康复方法等提供理论依据。

##### （二）应用研究

应用研究 (applied research) 是指为特定的应用目的或解决某种实际问题而进行的研究。它是运用基  
础理论成果直接解决社会生产中的技术问题，着重研究如何把科学理论知识转化为新技术、新工艺、新方  
法、新产品，从而为发展研究提供比基础研究更为具体的指导性的理论和方法。

在基础研究和应用研究中，应用研究起着承上启下的关键作用。在科学技术生产体系中，它是联系科  
学和生产的桥梁。一方面它起转化作用，将基础研究成果转化为技术能力，另一方面它起反馈作用，将生  
产中的信息反馈给科学，促进科学发展。

应用研究是一项综合性很强的研究工作，其成果无一不是多方面科学技术成果有机综合的结晶。应  
用研究成果的本质特征是技术发明，因而具有较强的保密性。应用研究与基础研究相比更具有专门性，其

成果不像基础研究成果那样可以说明普遍或广泛的真理，因而对科学和技术领域的影响是有限的。应用研究成果的表现形式可以是学术论文、专利、研究报告，也可以是原理性的试验装置或模型。

医学应用研究主要是指为解决临床防病治病中的各种实际问题而进行的研究，如疾病的诊断、预防、治疗、康复的新方法与新技术的研究 新药、新生物制品的筛选和药理、毒理研究 新医疗器械的模型设计等。

### （三）发展研究

发展研究亦称试验发展或开发研究（development research），是指将基础和应用成果扩展到生产中，为创造新产品、新设备、新材料等，以生产产品或完成工程任务而进行的研究。其中包括对新产品的设计、试验、试制以及对现有产品、材料、装置、流程、方法进行本质性的改进，这是进入工业性生产前的研究工作。例如，把实验室成果进一步放大，进行工业性小试、中试、产品定型到小批量试生产，都属于发展研究。

发展研究与基础研究和应用研究相比，它同社会生产最为接近，它是科学技术从潜在的生产力转化为现实的生产力不可缺少的一环。

应用研究成果虽然在技术上成功了，一般尚不能进入工业生产，只有通过发展研究的成型设计、放大试验，直到产品最后定型和确定工艺流程，才能投入规模工业化生产。

医学发展研究主要是指：运用基础研究和应用研究新成果对现有疾病诊断、预防、治疗、康复技术等实行实质性改进提高，新药、新生物制品、新医疗器械的研制开发及中试，运用生物技术对医用微生物、动物、药用植物进行性能改良和对特殊用途的医用转基因微生物、动植物进行遗传操作及培育等。

## 按干预措施施加情况分类

### （一）实验性研究

实验性研究（experimental study）的主要特点是研究者具有控制实验条件的能力，能够主动给予研究对象施加某种干预措施。也就是说，这种干预措施（研究因素）是人为地、主动地施加的，并为研究者所能控制的。研究者按照设计方案，以随机的方法将研究对象（受试对象）分配到实验组（处理组）和对照组，在控制其他混杂因素的条件下，评价干预因素的效果，揭示干预因素（研究因素）与疾病的联系。

实验性研究根据其研究对象不同，分为动物实验、实验室实验、临床试验、现场试验、社区干预试验和类实验（图 1-2）。

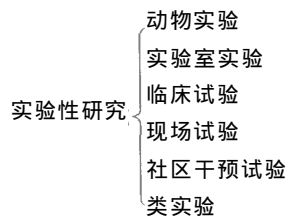


图 1-2 实验性研究的类型

实验性研究根据研究循证的能力可分为两个水平：临床试验、动物实验、实验室实验、现场试验为第一水平，它们验证证据的能力最强；社区试验、类实验为第二水平，它们验证证据的能力由于设计存在的缺陷而次之。

#### 1. 动物实验

动物实验（animal experiment）是把动物作为研究对象，在动物身上施加干预因素（受试因素）并对干预效果进行评价，根据实验获得的结果，逐步过渡到临床的实验性研究。动物实验分为急性、亚急性、慢性三种，而以前两种应用较多。

动物实验的最大优点是能够严格控制实验条件，随机选择受试对象，随机分组与对照，而且没有伦理因素的困扰。

## 2. 实验室实验

实验室实验是指在实验室内进行的实验，研究对象一般为病原的、人体的、动植物的生物标本以及有机的、无机的化学物质等 如细菌、病毒、寄生虫、蛋白质、细胞、离体组织器官、血液、尿液、胃液、唾液、粪便及药用植物的根、茎、叶等。

实验室实验主要包括基础性研究、临床实验诊断研究和新药药理学研究等。

## 3. 临床试验

临床试验 (clinical trial)包括临床诊断性试验、治疗性试验、新药临床试验等，是指以患者为研究对象，对比观察干预措施效应的试验性研究。临床试验一般在医院或其他医疗照顾环境下进行，研究对象可以是住院患者，也可以是门诊患者。临床试验常用于对某种药物或治疗方法的效果进行检验和评价，有时也用于评价新的诊断方法发现患者的能力。临床随机对照试验为此类试验中应用最广的一种。

临床试验应当遵循随机、对照和盲法的原则，要考虑到伦理、失访、依从性、偏倚等问题对研究结果的影响。

## 4. 现场试验

现场试验 (field trial) 是以尚未患有所研究疾病的健康人作为研究对象，通常在高危人群中进行，研究对象的基本单位是个体而不是群体。随机地将研究对象分为试验组和对照组，试验组给予某种干预措施，而对照组不给予，观察其干预措施的效果。现场试验主要用于病因研究和疫苗及预防措施的效果评价。

## 5. 社区干预试验

社区干预试验 (community intervention trial) 亦称为社区试验或社区干预项目，其研究对象的基本单位是社区人群而不是个体。社区干预试验常用于对某种干预措施或方法进行考核或评价。

## 6. 类实验

类实验 (quasi-experiment) 亦称半实验或准实验。一个完整的实验研究应具备四个基本特征，即设立对照、随机分组、人为干预、前瞻追踪。如果缺少其中一个或几个基本特征，则这种实验称为类实验。

类实验一般没有设立对照组，或设立了对照组但没有随机分配。因此，类实验可分为两类：一类是不设立对照组的类实验，另一类是设立对照组的类实验。

类实验常用于研究对象数量大、范围广，且实际情况不允许对研究对象进行随机分组的情况。

## (二) 非实验性研究

非实验性研究 (non-experimental study) 包括观察性研究和数理性研究两大类 (图 1-3)。

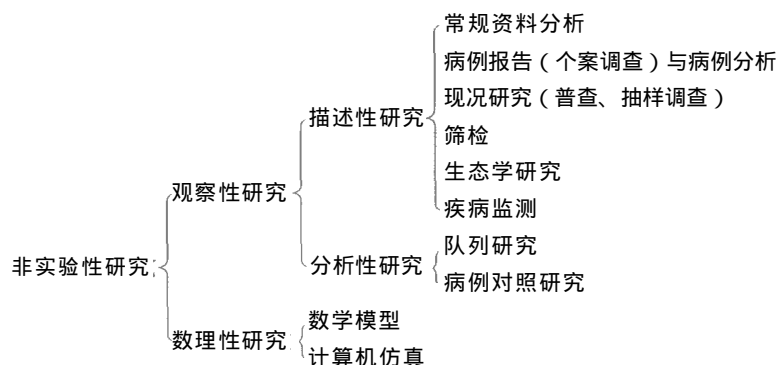


图 1-3 非实验性研究的类型

观察性研究 (observational study) 是在自然的状态下观察疾病的发生发展过程，阐述疾病的分布特

征，认识疾病的病因以及影响因素。

在观察性研究中，研究者不能或不能全部控制研究的各种条件，没有控制研究因素的能力，虽然能以匹配、分层等方法控制混杂因素的影响，但不能像实验研究那样随机地分配研究因素，而只能客观地收集研究对象有关暴露和疾病的资料，评价暴露与疾病的联系。

观察性研究按照是否事先设立对照组又可进一步分为描述性研究和分析性研究。

### 1. 描述性研究

描述性研究 (descriptive study) 即客观地描述事物的特征。是利用已有的资料或专门调查的资料，按不同地区、不同时间及不同人群特征分组，把疾病或健康状态的分布情况真实地描绘、叙述出来。起到揭示现象、提供有关疾病病因或因果关系的线索作用。形成因果联系的假设，为分析性研究检验假设奠定基础。

描述性研究主要有下列具体研究方法：①常规资料分析。②病例调查（个案）与病例分析。③现况研究（普查、抽样调查）。④筛检。⑤生态学研究。⑥疾病监测。

描述性研究的一个共同特点是，在研究的开始阶段，一般均未设立对照组，只是对确立的研究对象的某些特征（因素）进行描述。这些研究在时间上一般反映的是研究时刻上的状况（横断面研究），但也可以是纵向性的研究。

### 2. 分析性研究

分析性研究的主要任务是通过检验描述性研究所提出的假设，回答描述性研究所提出的问题，找出与疾病（结局）发生有关的危险因素。

分析性研究主要有以下两种类型：①队列研究。②病例对照研究。

分析性研究的方法，在设计上均有对照组，而且是一种纵向性研究。在实际工作中，描述性研究与分析性研究常常无严格的界限。

### 3. 数理性研究

数理性研究 (mathematical study) 亦称理论性研究，是指通过建立、分析、应用数学模型和计算机仿真来研究各种危险因素与疾病的关系。数理性研究的结果只有得到实际资料支持时才有意义。

数理性研究一般有两种类型：①数学模型。②计算机仿真。

## 第四节 医学科学研究的基本程序

马克思、恩格斯在《神圣家族》一文中说：“科学是实验的科学，科学就在于用理性的方法去整理感性的材料。归纳、分析、比较、观察和实验是理性方法的主要条件”。医学科学研究也正是如此。尽管医学科学研究是一种高度复杂、极其艰苦的创造性活动，但它同样有其工作的规律和基本程序。其工作的规律就是提出问题，验证假说，得出结论。其基本程序包括四个阶段六大步骤。四个阶段即科学研究的准备阶段、实施阶段、结果处理阶段、推广应用阶段，六大步骤即选题与立项、课题设计、观察实验或调查、研究资料的加工整理与数据处理、总结分析、推广应用与转化等。

### 一 医学科学研究的四个阶段

#### （一）准备阶段

医学科学研究的第一个阶段为准备阶段。这一阶段的主要任务是运用专业理论与专业技术知识，结合自己的实际工作，根据所了解和掌握的国内外动态行情，选择一个好的题目，并通过文献检索与查新，确

认不是重复性的课题，则可把它定下来，即立题。

确立好题目后，则可进入第二项准备工作，即科研设计。科研设计除进行技术方案设计外，还要进行实施方案设计。

科研设计完成后，则可进入第三项准备工作，即研究条件、实验（试验）场地、课题组组成等筹备工作。

## （二）实施阶段

医学科学研究的第二个阶段为实施阶段。这一阶段的主要任务是要把科研计划和科研设计付诸于实际行动 通过实验（试验）观察、调查等方法和手段 搜集（收集）科研事实资料。

## （三）结果处理阶段

医学科学研究的第三个阶段为结果处理阶段。这一阶段的主要任务是要把搜集（收集）和获取的科研事实资料进行加工整理、去伪存真，然后进行数据处理，并在此基础上运用科学思维方法进行总结分析、理性概括，这一过程也是将感性认识上升为理性认识的过程，从而得出研究结论。

## （四）推广应用阶段

医学科学研究的第四个阶段为推广应用阶段。这一阶段的主要任务是把所取得的研究结果通过发表、交流、培训、接收进修学习、技术指导、咨询服务等形式推广应用，可物化的成果则通过各种途径积极进行物化转化，创造社会效益和经济效益。如果说发现问题、提出问题是科研工作的起点，那么取得了成果再回到实践中解决实际问题则是科研工作的归宿。

# 医学科学研究的六大步骤

## （一）选题与立题

科学研究的第一步工作就是选择（select）和确立（decide）所要研究的题目（project），这是医学科学研究工作的第一步。题目必须首先确定下来，没有确定的题目就不可能有集中的研究目标和方向，大海捞针或见异思迁往往一事无成。

## （二）课题设计

题目确立以后就要进行课题设计（project design），即科研设计。课题设计是指课题研究构思、技术路线、具体内容指标、受试对象、处理因素、方法步骤、研究条件、时间安排、人员分工和经费预算等一整套研究方案。任何科学研究事前都必须要有严谨而周密的设计，就像建楼房一样，这是每一个科研工作者都应掌握的基本功。

## （三）观察、实验、调查

课题设计方案制订和批准后就要进行实施，这是把计划和设计方案付诸行动的阶段，也是运用科学观察方法、实验方法、调查方法等搜集（收集）和获取第一手客观事实材料的阶段。这一阶段时间最长，用人最多，工作最辛苦。如果说前两个阶段主要是课题负责人和部分主要研究人员参与的话，这一阶段则需要课题组全体人员共同行动。

## （四）研究资料的加工整理与数据处理

观察、实验和调查等活动结束后，接下来便开始对所获取的研究资料进行加工、整理和数据处理，通过

科学加工、去伪存真和统计学分析揭示各因素之间的相互关系，为最后总结分析、归纳推理、抽象概括和提出研究结论做准备。这一过程是排除偶然、发现必然，透过现象发现规律的重要步骤。

#### （五）总结分析

总结分析是医学科学研究过程后期工作，主要是运用分析、综合、归纳和抽象概括等理性认识方法把感性材料上升为理性概念，从中得出科学的结论。这一阶段是科学认识过程的理性认识阶段，是科学认识的高级阶段。

所谓总结分析，就是对所占有的实验、调查或观察到的感性材料，自觉地运用辩证观点分析设计中哪些理论上成立且又在实验中得到证实，哪些想法在实验中没得到证实或未完全证实而需要修正，哪些现象和指标超出原来的设想，而且可能有新的启示，需要进行新的分析或是提出新的问题，需要在此基础上深入研究，从而围绕假说的中心思想，按材料、表格、图片等，分清组别，综合提炼出材料所能说明的观点，明确各组材料所得结果以及由此结果在理论上所得出的结论。

结论、假说和理论或者科学发现、技术创新和技术发明都是科技工作者辛勤劳动的研究成果。无论它们是非物化型的理论成果还是物化型的产品成果，最终都需要通过一定的形式表现出来，都要写出研究报告以供结题、鉴定或评审、交流、推广、归档等。

#### （六）推广应用与转化

科技成果的推广应用（popularization and application）与转化（transformation）是实现科学研究价值的重要步骤，是科学研究不可缺少的一个重要环节。其目的就是为了将取得的科技成果通过推广应用与转化，创造社会效益和经济效益，推动社会进步和经济发展。如果不去推广应用与转化，或者不重视推广应用与转化工作，前面所做的工作也就失去了实际意义。做好科技成果的推广应用与转化是每一个科技工作者的权利和义务。

（胡修周）

## 第二章 科学观察、实验、调查

### 第一节 概述

#### 一 科学方法的重要性

科学研究的本质特征在于创新，是在前人和他人研究的基础上，通过科学的思维、科学的方法和艰苦的劳动去探索未知的东西，去解决前人和他人没有解决的问题。科学史上大量的事实证明，在自然科学研究中，方法的正确与否是决定成败的关键。法国生理学家贝尔纳说过：“良好的方法能使我们更好地发挥、运用天赋的才能，而拙劣的方法则可能阻碍才能的发挥……。在生物科学中，由于现象复杂，错误的来源又极多，方法的作用较之其他科学甚至更为重要。”

开展医学科学研究，就必须学习和掌握医学科研方法。从某种意义上说，方法的培养比知识的积累更加重要，而最有价值的知识是关于方法的知识。只有掌握了一定的先进科学方法，才能到达未知领域和开垦未知领域的处女地。历史上的著名科学家，无一不是在他那个科学领域创造和（或）移植了新的科学方法而获得重大研究成果的。良好的方法是成功的钥匙。

科学方法代表着科学研究能力，具有工具的功能和相对稳定的性质。一种科学方法的进步往往比由此种方法解决的某些具体问题更有意义。巴甫洛夫曾强调指出：“我们头等重要的任务乃是制定研究方法。”对于自然科学家来说，一切在于方法，在于求得坚定不移的真理的机会。”

在科学研究中，科学方法的重要性是怎么估计也不过分的。当然，科学学家贝佛里奇的话也发人深省：“精密仪器在现代科学研究中有重要作用，但我有时怀疑，人们容易忘记科学研究中最重要的工具必须始终是人的头脑。”

#### 二 科学方法的层次

科学方法论根据它所概括的程度一般把科学方法分为三个层次：技术方法层次、一般方法层次、哲学方法层次。

第一个层次（技术方法层次）是各门自然科学中的具体方法，也就是各门自然科学、各个学科、各个研究课题的专门性技术方法。在医学科学研究中，形态学方面的研究常采用解剖方法、组织切片方法、显微镜方法、电镜方法、组织化学和细胞化学方法、组织培养等，功能方面的研究多采用电生理方法、生化测试方法、同位素方法、免疫学方法等。在这些研究方法中又各有许多具体的技术方法，如电镜方法就有透射电镜技术、扫描电镜技术，电生理方法又有微电极技术、微电泳技术，生化测试方法又有色谱技术、质谱技术，放射性核素方法又有脏器显影、功能测定、体外放射分析、放射自显影、活化分析等技术。这种具体技术的方法，要由各个学科及其相互合作研究解决。

第二个层次（一般方法层次）是各门自然科学研究中通用的一般方法，如观察、实验、调查等。就医学而言，主要的有科学观察法、科学实验法和科学调查法。这个层次方法的主要任务和功能是搜集和获取客

观事实资料。

第三个层次 哲学方法层次 是各类学科都可使用的逻辑方法、非逻辑方法、创造性思维方法、系统科学方法等 或称之为哲学方法 如逻辑方法的判断、推理、比较、类比、归纳、演绎、分析、综合、抽象概括 非逻辑方法的科学想象、科学联想、科学灵感、科学直觉等。这个层次方法的主要任务和功能是加工、分析客观事实资料。

从第一到第三个层次，方法学概括的程度愈来愈高，应用的范围越来越大，互相之间也有非常密切的联系 不能分割。

我们可以把医学科学研究方法分为两级，一级方法是指医学研究中的具体手段与一般方法，相当于科学方法的第一个与第二个层次，它是搜集资料、获取科研事实资料的感性认识方法；二级方法是指对所得数据与资料进行处理的过程，即经过思维的作用，上升为科学理论，相当于科学方法论的第三个层次，它是加工资料和分析资料的理性认识方法。

科学方法论对医学科学研究各种方法的运用起着指导作用，它是各种方法的理论依据，是医学科学研究的向导。这三个层次的方法构成了医学科学研究方法学的基本内容。

## 第二节 科学观察

### 一 科学观察及其特点

科学观察是科学研究活动中最基本的、最常用的一种搜集（收集）经验事实资料的、感性认识活动的科学方法。从一定意义上讲，医学的形成起源于观察方法的建立。仔细、敏锐地观察可导致各种乃至重大发现，这是医学发展史上不争的事实。

所谓观察（observe），就是人们通过感觉器官或借助科学仪器对周围存在的事物、现象、过程和人们在自然存在的条件下进行的有目的、有计划的感知和描述，从而获得经验事实的一种研究方法。

观察就是仔细观看、察觉客观事物和现象，“观”就是观看，“察”就是察觉，即各种感官所产生的知觉。观察是人们对事物感性认识的一种主动形式，是对事物的一种有意识、有目的、有计划的，比较仔细持久的知觉。观察时，不仅要用眼睛看，要用所有感官去感知，还要动脑筋想，既要产生感觉、知觉、表象，又要形成概念和推理判断。观察法是人们对自然现象在自然条件下进行考察的一种方法，它是科学认识经验层次中的第一性的认识方式，是感觉器官活动和感性认识的直接表现。

科学观察有别于一般观赏，它具有四个显著特点：

（1）科学观察是一种有明确科学目的的、有意识的感性认识活动。这种感性认识活动不同于日常生活中简单反射式的感觉。它总是同解决某一科学问题相联系的，具有能动性。也就是说，科学观察是人们根据科学研究的需要有目的、有意识地进行的，它是自觉的，不是盲目的行为。

（2）科学观察的过程既是知觉过程，又是思维过程。应该说，不同的观察主体观察同一对象（它们是不以观察主体的意志为转移的客观存在），结论应该是一致的，但实际上却不然。这是因为一切观察都包含着两个因素，即感官知觉因素和思维因素。人们在观察事物的时候，不仅要用眼睛看，而且更主要的是用脑子想，并要在一定的理论指导下进行。

如果要通过观察来认识事物，那么就需要用自己已有的经验知识对感觉器官送来的感觉因素加以组织和概括。经验或理论知识不同，观察结果也就有可能不一样。经验或理论知识愈丰富，观察到的东西也就愈多，对事物的认识也就愈深刻。因此可以说，科学观察是认识论范畴的概念，而不是生理学范畴的概念。

（3）科学观察具有严密的组织性和计划性，必须严格按照科学的设计进行。医学科学观察的任务，就在于系统地、全面地、客观地考察人类生命活动和疾病过程，客观地描写记录研究对象的某些现象特征，积

累感性经验，搜集事实资料。

(4) 科学观察是实事求是的、客观的、不带有任何感情色彩和迷信色彩的认识活动。如果在观察过程中夹带着强烈的个人感情、迷信意识、主观武断，就不是实事求是的科学态度，所获取的资料是虚伪的、没有价值的。

科学认识始于直接感觉经验，观察就是获得这种直接感觉经验的唯一的手段。因此，观察可以说是一切科学研究的基础。列宁曾指出：“不通过感觉 我们就不能知道实物的任何形式 也不能知道运动的任何形式。”

## 科学观察的类型

科学观察的类型，根据观察主体和观察客体之间是否存在仪器中介可将观察分为直接观察和间接观察，根据观察所处的环境可将观察分为自然观察和诱发观察。

### (一) 直接观察

科学观察的初级形式是直接观察，就是凭借人们的感觉器官直接去感知对象。也就是说，观察者与观察对象之间不存在任何中介物。

直接观察常常是科学发现的源泉，同时有助于新思想的形成。我国古代医学家李时珍走遍了祖国的名山大川，采集药材标本进行观察研究，用了 27 年的时间完成了 190 万字巨著《本草纲目》。比利时解剖学家维萨里通过大量人体解剖观察，著成《人体之结构》科学名著，以精确的人体解剖观察资料纠正了持续一千余年的盖伦人体形态学的许多错误。达尔文更善于直接向大自然索取第一手资料，自 1831 年踏上军舰作航行考察，他搜集了大量珍贵动植物和地质标本，挖掘古生物化石，研究生物遗骸，观察许多生物的习惯性，终于于 1859 年发表了《物种起源》这部划时代的名著，创立了生物进化论。

在直接观察中，人们通常依靠移动观察点、转换背景、延长观察时间以及增加观察次数等办法来改善观察效果。它具有简单、直接、受客观条件限制较少、可随时随地进行等优点。但是，人类感官的感知能力是有限的，生理上的局限性也是显而易见的。

(1) 观察范围的局限性 人的感官是有一定阈值的，超出阈值的限度，观察对象所具有的某些属性就不能被直接感知。如人的眼睛只能感受 390~750 纳米 (nm) 波长范围内的电磁波，超出这个范围仅凭肉眼就难以观察到，X 线、γ 射线、红外线、紫外线等肉眼就看不到。

(2) 观察精确度的局限性 人的感官只能对观察对象作粗略的估计，难以精确地测量和定位，如物体大小、距离的远近、光线的明暗、声音的强弱、温度的高低、速度的快慢等仅凭感官是无法精确描述的。

(3) 容易产生错觉 错觉就是知觉对物质世界的偏离，如对比错觉、位移错觉、高低错觉、色彩错觉等。在直接观察的条件下，人的感官往往会产生错觉。

鉴于直接观察生理上的局限性，人们愈来愈重视借用观测仪器予以弥补。

### (二) 间接观察

所谓间接观察，是指观察者通过观测仪器间接地感知观察对象，而不再用感觉器官去直接地感知被观察事物的信息。间接观察使科学观察的范围在深度、广度上都发生了质的变化。

在微观领域，利用观测仪器能够观察到单个分子乃至单个重原子的形象，使我们的观察深入到了分子层次；在宏观领域，可以观察到数亿年乃至上百亿光年以外的天体。不仅如此，观测仪器还能以人类感官所达不到的精确性显示和记录自然现象。

利用观测仪器进行观察，通常我们与观测仪器是紧密接触的，然而随着航天航空科学技术的发展，观察者与观测仪器的远距离分离而不用亲临现场已成为现实，如宇宙飞船、航天飞机、侦察卫星等对地球表面的观察，对月球、土星、金星等外星球的观察。

### （三）自然观察

在自然发生条件下，即以未经人力干预、不施加人为影响的自然过程或事物为对象的观察叫做自然观察。如对各种流行病、传染病等发病情况的观察。

### （四）诱发观察

在实验条件下，即经人力干预、控制研究条件、施加人为干预措施下的观察称为诱发观察，如动物实验的观察、实验室的观察、现场试验的观察、临床试验的观察等。

## 三 科学观察在医学研究中的应用

科学始于问题，而又始于观察。观察在科学研究中具有重要的作用，它是认识发展的基础和源泉，也是检验科学理论假说真理性的主要依据。正如爱因斯坦所指出的那样：“理论所以能够成立，其根源就在于它同大量的单个观察关联着，而理论的‘真理性’也正正在此。”在科学不发达的古代，观察是研究周围世界的主要方法，就是在科学发展的今天，观察仍然是科学研究的一种基本方法。

从探讨科学研究的方法看，观察法尚有其局限性。首先是观察者感官的生理局限性，使观察的可能性受到很大限制。为克服这种限制，人们创造和采用了许多观察工具和仪器设备，以扩大人们感受外界现象的范围。由于人体与疾病关系极其复杂，现有的仪器设备和技術方法还不能完全满足临床观察实际的需要，而且在临床观察中又不允许给患者造成严重损害和痛苦，这就使临床观察受到了更大的限制。其次，观察对观察客体的依赖性也使得观察法有一定的局限性。

故此，在医学科学研究中，应用观察法，必须坚持以下原则：

（1）观察必须全面“全面”是指观察的广度和深度、时间的连续性和各种资料之间的关系等。整体观察和动态观察是现代临床观察了解认识疾病的两种主要方法。整体观察是从空间观察疾病，动态观察是从时间观察疾病。将两者紧密结合起来才能比较全面。

（2）观察必须系统“系统”是指按一定的计划顺序进行观察。只有这样观察，才能保证观察的全面性。医生对患者进行体检时严格的顺序性，就是观察系统性的例子。

（3）观察必须精细“精细”是指观察要精密、仔细、准确。要注意发现相似事物中微小的异同点和微小的变化。要排除错觉、幻觉以及先人为主的影响，使观察结果符合实际。化学家 Rayleigh 在常规测定氮的原子量时注意到，从空气中取得的氮，其原子量稍重于从硝酸铵制取的氮，其差别仅表现在小数点后第三位上（有效数字 5 位），由于他仔细精确地观察到这微小的差异，才使他和另一同事发现了空气中的氩、氦、氩和氙等惰性气体。

（4）观察必须客观 也就是说，观察要实事求是，不能带有任何感情色彩，不能有丝毫主观的偏见缠绕在心头，不能戴着“有色眼镜”去观察事物，用自己的假设或假说去修正观察结果。要避免先人为主或事先设定框框。

## 第三节 科学实验

### 一 科学实验及其特点

科学实验 (experiment) 是研究者在主动控制条件下，对事物进行考察而积极地干预，人为地变革、控

制或模拟研究对象，以突出主要因素，探索事物规律的一种方法。它是科学认识中的另一种感性认识方式，是研究者主动变革研究客体的一种科学活动，是从人为地发生于实验条件下的现象中索取科学资料的一种手段。实验法是现代医学科学研究中最重要、最常用的基本方法。

医学研究中的动物实验具有简化、纯化的作用，并可进行强化处理。共同的生物学规律为动物实验的地位和作用提供了依据。医学研究中的人体实验要受到伦理和法律的限制，因为医学研究方法不仅强调严密性，而且必须保证安全性和无害性。

实验与观察既有着显著的区别，又有着紧密的不可分割的联系。其区别在于：

(1) 自然观察是在自然发生的条件下进行的，对自然现象及其变化过程不加任何干预，在某种意义上讲，自然观察是一种被动行为。有些自然现象及其变化过程可以直接观察到，有些则不能直接观察到，因而观察有着自己的局限性。实验却不同，它可以突破自然条件的限制，人为地干预自然过程，控制和变革自然对象，因而是一种主动行为。人们通过实验，可以揭开直接观察不到的自然现象的真面目，可以有意识地、主动地创造自然界尚未有的东西。

(2) 观察作为获得感性认识的重要手段之一，能为科学研究搜集大量的事实材料，但它仅仅只能搜集自然现象及其变化过程所能提供的东西。而实验却能够有目的、有计划地通过各种途径，从自然现象及其变化过程中提取人们所需要的东西。

(3) 单凭观察所得的经验是不能充分证明客观必然性的，而实验不仅能够发现纯粹的观察所不能看到的新事实，而且能够用实验中观察到的事实去检验假设、假说和理论的正确性，证明客观必然性。

同时，必须指出，观察与实验是相互依存不可分割的，观察是实验的前提，实验是观察的发展；尤其是现代科学研究，观察和实验往往是紧密结合在一起的，观察依赖于实验，实验是为了更细致地观察，观察中有实验，实验中有观察。

科学实验具有两个明显的特点：一是它的能动性，二是它对事物的自然进程的干涉。

科学实验可以人为地改变机体的某些条件，控制某些因素，施加某些因素，把复杂的生理因素和病理过程简化进行考察研究。它预先设计，控制条件，施加因素，主动引起、复制、变革疾病的自然过程，考察在这种条件下出现的现象，记录事实，获取数据。实验是科学实验活动和创造科学思维的有机结合。它能够把研究的客体同附属的次要的因素分开；能够在严格规定并控制的条件下再现被研究的过程；能够有计划地改变、变换和组合各种条件，以便获得所探索的信息，确定事实或验证假说。

人体的生命活动和疾病过程，有些能够自然观察到，多数则不能，这就需要进行实验，人为地制造便于观察的条件，才能搜集到所需要的科学资料。医学科学研究由观察法发展到实验法，这是科学认识活动的一个飞跃，是由科学认识日益增长的需要和日益深化的要求所引起的变化。

## 科学实验的类型

实验的种类很多。根据揭示实验对象质和量的不同特征，可分为定性实验和定量实验；根据实验的性质，可以分为探索性实验、验证实验、中间实验、测定实验、对照实验、析因实验等；根据实验的步骤，可以分为预实验、决断实验、正式实验、系统消去实验等；根据实验对象原型和模型的不同，可以分为原型实验和模拟实验等；根据实验对象的种属，可分为动物实验、病原生物实验、现场试验、临床试验等。下面仅对部分主要的实验作简要介绍。

### (一) 定性实验

定性实验是指为了判定研究对象具有哪些性质，或者鉴别某种因素是否存在，以及某些因素之间是否具有某种关系的一种实验方法。定性实验是科研工作中普遍运用的一种实验方法。在定性实验中，只求人们对研究对象的性质作出回答，一般不涉及量的关系，所采用的指标均为定性指标。如果要对研究对